

ACCELERATION SENSOR AND ITS MANUFACTURE

PUB. NO.: 06-347475 [JP 6347475 A]

PUBLISHED: December 22, 1994 (19941222)

INVENTOR(s): ISHIBE MAMORU

NEGORO YASUHIRO

TAMURA MASAYA

APPLICANT(s): MURATA MFG CO LTD [000623] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL NO.: 05-164123 [JP 93164123]

FILED: June 08, 1993 (19930608)

INTL CLASS: [5] G01P-015/125; H01L-029/84

JAPIO CLASS: 46.1 (INSTRUMENTATION -- Measurement); 26.2 (TRANSPORTATION -- Motor Vehicles); 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R044 (CHEMISTRY -- Photosensitive Resins)

ABSTRACT

PURPOSE: To prolong the life of a sensor, and detect acceleration accurately by making electrical connection to a signal processing circuit lineless by preventing dust and the like from ingressing through the inside of a fixed section and a movable section which constitute an acceleration sensor.

CONSTITUTION: When the displacement of a mass section 37 is generated by acceleration, a clearance between the plate 38A of an movable comb-shaped electrode 38 and the plate 33A of a fixed comb shaped electrode 33 is changed, and the displacement is detected as an electrostatic capacitance. And covering a fixed section 32 and a movable section 34 with a cover 39, dust, chips, moisture and the like can be prevented from ingressing through the fixed section 32 and the movable section 34. Besides, the electrostatic capacitance is guided out of the cover 39 via respective drawer type electrodes 10.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 3 4 7 4 7 5

(43) 公開日 平成 6 年 (1 9 9 4) 1 2 月 2 2 日

(51) Int. Cl. ⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G01P 15/125

H01L 29/84

A 9278-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 0 F D (全 1 3 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 1 6 4 1 2 3

(22) 出願日 平成 5 年 (1 9 9 3) 6 月 8 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 6 2 3 1

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

(72) 発明者 石部 護

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

株式会社村田製作所内

(72) 発明者 根来 泰宏

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

株式会社村田製作所内

(72) 発明者 田村 昌弥

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

株式会社村田製作所内

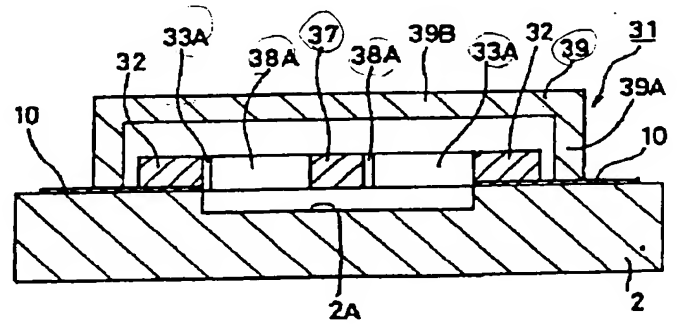
(74) 代理人 弁理士 広瀬 和彦

(54) 【発明の名称】 加速度センサおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 加速度センサを構成する固定部と可動部内に塵等が侵入するのを防止してセンサ寿命を延ばすと共に、信号処理回路との電気的接続をラインレスにして加速度を正確に検出する。

【構成】 加速度に質量部 3 7 が変位すると可動側くし状電極 3 8 の電極板 3 8 A と固定側くし状電極 3 3 の電極板 3 3 A との離間寸法が変位し、この変位を静電容量として検出する。そして、この固定部 3 2 と可動部 3 4 とをカバー 3 9 で覆うことにより、固定部 3 2 および可動部 3 4 内に塵、切り屑、水分等が混入、浸入するのを防止できる。また、各引出し電極 1 0 を介して静電容量をカバー 3 9 外に導出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁基板と、該絶縁基板上に設けられ、シリコン板をエッチング加工することにより互いに分離して形成された固定部および可動部とを備え、該固定部には固定電極を一体に形成し、前記可動部は、絶縁基板上に固着された支持部と、梁を介して該支持部と連結され、加速度が作用したときに該加速度に応じて変位する質量部と、該質量部に前記固定部に形成された固定電極との間で微小隙間を介して対向するように設けられ、該質量部の変位によって近接、離間する可動電極とから一

体形成してなる加速度センサにおいて、前記絶縁基板には、前記固定部と可動部との周囲を覆うように前記絶縁基板上に設けられた環状の周壁と、該周壁の開口部分を覆う蓋部とからなるカバーを形成したことを特徴とする加速度センサ。

【請求項 2】 前記カバーは周壁と蓋部を同一部材から一体形成してなる請求項 1 記載の加速度センサ。

【請求項 3】 前記カバーは周壁をシリコン板で形成し、蓋部を絶縁板で形成し、該周壁と蓋部とを接合してなる請求項 1 記載の加速度センサ。

【請求項 4】 前記固定電極、可動電極は、前記固定部、質量部にそれぞれ突出して設けたくし状電極としてなる請求項 1 記載の加速度センサ。

【請求項 5】 前記カバーはシリコン板からなり、該シリコン板には前記可動電極と固定電極との間に発生する静電容量の変化を電圧に変換する信号処理回路を設けてなる請求項 1 または 4 記載の加速度センサ。

【請求項 6】 シリコン板に一側面からエッチング処理を施し、固定部と可動部とを分離するための溝をシリコン板の一側面に形成する第 1 のエッチング工程と、前記シリコン板に前記溝を形成した後に、該シリコン板の一側面を絶縁基板上に接合する第 1 の接合工程と、前記シリコン板を絶縁基板上に接合した状態で該シリコン板の他側面からエッチング処理を施し、該シリコン板に固定部と可動部とを分離して形成する第 2 のエッチング工程と、前記シリコン板に形成された固定部と可動部とを覆うカバーを前記絶縁基板上に接合する第 2 の接合工程とからなる加速度センサの製造方法。

【請求項 7】 前記第 1 の接合工程の前に、前記絶縁基板上には固定部と可動部とにそれぞれ接続される引出し電極を形成してなる請求項 6 記載の加速度センサの製造方法。

【請求項 8】 前記第 2 のエッチング工程で形成された固定部と可動部とを覆うカバーは、第 2 の接合工程の前に、絶縁板に凹部を形成することによって構成してなる請求項 6 または 8 記載の加速度センサの製造方法。

【請求項 9】 シリコン板に一側面からエッチング処理を施し、固定部、可動部およびカバーの周壁を分離するための溝をシリコン板の一側面に形成する第 1 のエッチング工程と、前記シリコン板に前記溝を形成した後に、

該シリコン板の一側面を絶縁基板上に接合する第 1 の接合工程と、前記シリコン板を絶縁基板上に接合した状態で該シリコン板の他側面からカバーの周壁となる部分にマスキングするマスク工程と、前記シリコン板の他側面からエッチング処理を施し、該シリコン板に固定部、可動部およびカバーの周壁を分離して形成する第 2 のエッチング工程と、前記シリコン板に形成された複数組の固定部と可動部とを覆うべく、前記周壁を施装する絶縁板を接合する第 2 の接合工程とからなる加速度センサの製造方法。

【請求項 10】 前記第 1 の接合工程の前に、前記絶縁基板上には固定部と可動部とにそれぞれ接続される引出し電極を形成してなる請求項 9 記載の加速度センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば車両等の加速度を検出するのに好適に用いられる加速度センサおよびその製造方法に関し、特に製造時の歩留りを向上できるようにした加速度センサおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、車両等の加速度や回転方向を検出するのに用いられる加速度センサは、電極板間の静電容量を利用して検出するもので、例えば特開平 3 - 9 4 1 6 9 号公報および特開昭 6 2 - 2 3 2 1 7 1 号公報等によって知られている。

【0003】 しかし、これらの加速度センサは、固定部と可動部との電極間の有効面積が小さくその離間寸法が大きいために、検出感度が小さくなり高精度の加速度検出を行うことができなかった。

【0004】 一方、例えば特開平 4 - 1 1 5 1 6 5 号公報に記載の加速度センサ（以下、「他の従来技術」という）では、固定電極および可動電極にくし状電極を用い、電極間の有効面積を大きくして検出感度を向上させるようにしている。

【0005】 そして、この他の従来技術による加速度センサは、一端がベースに固定され他端が水平方向に振動可能な重りとなった片持梁と、該片持梁に一体形成された可動側のくし歯状電極部と、該可動側のくし歯状電極部と非接触でかみ合わされた固定側のくし歯状電極部を有し、前記ベースに固定されたくし歯状固定板とから構成されている。そして、前記重りに加速度が加わったときには可動側のくし歯状電極部と固定側のくし歯状電極部との静電容量が変化するから、この変化を静電容量として検出し、加速度に応じた検出信号を得るものである。

【0006】 しかし、この他の従来技術では、シリコンのエッチング加工技術を利用して各くし歯状電極部を形成するときに、シリコンの一側面からのみエッチング処理を施しているから、それぞれのエッチング面が傾いて

10

20

30

40

50

しまい、各電極部間の離間寸法を小さくすると、シリコンの他側面部位で各電極部が接触してしまうことがあり、各電極部間の離間寸法を小さくできないという欠点がある。

【0007】即ち、シリコンウエハの厚さは数百 μm のものが通常使用され、この厚さをそのまま各電極部の厚さ寸法とすると、先の理由によりエッチング面が傾いて離間寸法を小さくすることが困難となる。一方、始めから厚さが数10 μm 程度に形成されたシリコンウエハを用いることも考えられるが、この場合にはシリコンウエハの強度が弱くなり、運搬時等に破損してしまう。

【0008】そこで、上述した従来技術の問題を解消するために、本発明者は先に図21ないし図28に示す如き加速度センサおよびその製造方法を検討した（以下、「先行技術」という）。

【0009】即ち、図21および図22において、1は加速度センサ、2は該加速度センサ1を構成する絶縁基板としてガラス基板を示し、該ガラス基板2上には後述する固定部3、3および可動部5が形成されている。また、該ガラス基板2には長形状の凹溝2Aが形成され、該凹溝2A上に位置する可動部5の質量部8と可動側くし状電極9とは加速度が加わる矢示A方向に変位可能となっている。

【0010】3、3は低抵抗のシリコン材料により形成された一対の固定部を示し、該各固定部3は前記ガラス基板2の左、右に位置して、それぞれ対向する内側面には複数（例えば5枚）の薄板状の電極板4A、4A、…が突出形成され、該各電極板4Aは固定電極としての固定側くし状電極4、4をそれぞれ構成している。

【0011】5は低抵抗のシリコン材料により形成された可動部を示し、該可動部5は、前記ガラス基板2の前、後に離間してガラス基板2に固着された支持部6、6と、該各支持部6に梁7、7を介して支持され、前記各固定部3の間に配設された質量部8と、該質量部8から左、右方向にそれぞれ突出形成された複数（例えば5枚）の薄板状の電極板9A、9A、…を有する可動側くし状電極9、9とから構成され、前記各梁7は質量部8を矢示A方向に変位させるように薄板状に形成されている。そして、前記各可動側くし状電極9の各電極板9Aは前記各固定側くし状電極4の各電極板4Aと微小隙間を介して互に対向するように配置されている。

【0012】また、10、10、…は前記ガラス基板2上に形成された引出し電極を示し、該各引出し電極10の基端側は各固定部3と可動部5の各支持部6とに接続され、先端側は外部に位置した後述の信号処理回路25に接続される電極パッド10Aとなっている。

【0013】次に、図23ないし図27に先行技術による加速度センサ1の製造方法について述べる。

【0014】まず、図23において、11はシリコン板としてのシリコンウエハを示し、該シリコンウエハ11

は例えば直径7.5~15.5 (cm)、厚さ300 μm 程度の円板状に形成されている。

【0015】12は絶縁基板としてのガラス基板を示し、該ガラス基板12は前記シリコンウエハ11と同じ大きさとなる円板状に形成されている。

【0016】次に、図24に示す第1のエッチング工程においては、前記シリコンウエハ11の一側面に固定部3と可動部5とを分離して形成するための所定深さの溝13を形成すべく、一側面から所定時間の間、ドライエッチングとしてのRIE（リアクティブイオンエッチング）またはウェットエッチングとしてのアルカリ水溶液を用いた異方性エッチングを施す。

【0017】一方、ガラス基板12の前記シリコンウエハ11の一側面に対向した他側面はガラスエッチング（ガラスエッチング工程）を施すことにより、図21に示すような長形状の凹溝12A（2A）を形成すると共に、該他側面には引出し電極10、10、…が形成されている。

【0018】次に、図25に示す接合工程では、前記第1のエッチング工程で溝13を形成したシリコンウエハ11の一側面と凹溝12Aが形成されたガラス基板12の他側面とを陽極接合によって、シリコンウエハ11とガラス基板12とを一体にする。

【0019】さらに、図26に示す第2のエッチング工程では、シリコンウエハ11の厚みを薄くするように、該シリコンウエハ11の他側面からRIEまたはウェットエッチングを施し、前記溝13が貫通するまでエッチングを行う（即ち、前記溝13のレベルまでシリコンウエハ11を一側面から溶かして削除する）ことにより、加速度センサ1となる固定部3と可動部5とをガラス基板12上に複数個分離形成する（図28参照）。なお、分離形成された可動部5においては、支持部6、6のみがガラス基板12上に固着され、梁7、7、質量部8および可動側くし状電極9、9は前記凹溝12A上に位置し、該質量部8等は各梁7により矢示A方向に移動可能な状態となっている。

【0020】そして、図27に示す切断工程では、ダイシング装置によりガラス基板12上に形成された複数組の固定部3と可動部5とからなる各加速度センサ1をチップ（約5mm角）の大きさに図26に示すガラス基板12の点線位置で切断することによって、複数個の加速度センサ1を製造する。

【0021】このように構成される先行技術の加速度センサ1は、外部から矢示A方向の加速度が加わると、質量部8が各支持部6に対し各梁7を介して変位し、可動側くし状電極9の各電極板9Aが固定側くし状電極4の各電極板4Aに対して接近または離間する。このとき、各電極板4A、9A間の離間寸法の変位を静電容量の変化として外部の信号処理回路25に出力し、該信号処理回路25ではこの静電容量の変化に基づいた電圧を出力

する。

【0022】そして、この加速度センサ1では、可動側くし状電極9と固定側くし状電極4との各電極板9A、4Aの間で静電容量の変化として加速度を検出しており、該各電極板9A、4Aはそれぞれ電氣的に並列接続されているから、加速度センサ1から検出される静電容量は各電極板9A、4A間の静電容量をそれぞれ加算した値となり、該加速度センサ1の検出感度を高め、加速度の検出精度を向上させることができる。

【0023】また、先行技術による加速度センサ1の製造方法においては、例えば厚さ300 μ mのシリコンウエハ11を第2のエッチング工程で数10 μ m程度まで薄くすることによって、固定部3と可動部5等を分離形成しており、第1のエッチング工程で形成される溝13の深さ寸法に基づき固定部3、可動部5等の厚さ寸法が決められている。従って、前記溝13の深さ寸法を調整することによって、各電極板4A、9Aの有効面積を調整することができる。また、シリコンウエハ11の一側面と他側面の両側面に対して第1および第2のエッチング工程でそれぞれエッチング処理を行っているから、シリコンウエハ11の厚さをガラス基板12上で薄くでき、くし状電極4、9の各電極板4A、9Aの離間寸法を微小隙間として確保できる。

【0024】次に、図29に基づいて前記加速度センサ1をパッケージ化した場合について説明する。

【0025】図29中、21は加速度センサ用ケーシングを示し、該ケーシング21は金属材料により円板状または角形状に形成されたステム22と、該ステム22を施覆する有蓋筒状の金属材料からなるキャン23と、前記ステム22の上面に設けられたガラスエポキシ等により形成された絶縁基板24とからなり、前記ステム22には端子ピン22A、22A、…がガラス材料により筒状に形成された絶縁材料22B、22B、…を介して下側に向けて突出形成されている。そして、加速度センサ用ケーシング21の大きさは回路素子やセンサ素子の大きさに比べてかなり大きくなっている。

【0026】25は前記ステム22上に設けられた信号処理回路を示し、該信号処理回路25の入力側はワイヤボンディングによるワイヤ26によって加速度センサ1と接続され、出力側はワイヤ27によって端子ピン22Aと接続されている。

【0027】このように加速度センサ1をパッケージ化することにより、該加速度センサ1からの加速度に対する静電容量の変化を信号処理回路25により電圧の変化に変換して出力することができる。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した先行技術では、図27に示す最後の切断工程において、各固定部3および可動部5は上側に開口しているから、切断作業時に発生する切り屑等が固定側くし状電極4の各

電極板4Aと可動側くし状電極9の各電極板9Aとの間に混入し、機械的に動作しなくなったり、各電極板4A、9Aを電氣的に接触させたりして加速度センサ1の動作不良を起すという問題がある。

【0029】また、エッチング工程および切断工程等の水分は加速度センサ1の各電極板4A、9A間および電極4、9とガラス基板2との間に浸入し、表面張力によって電極板4Aと電極板9Aおよび電極4、9とガラス基板2が接近したままの状態乾燥して接着してしまうことがある。この結果、可動部5の質量部8が移動できなくなり、製品として使用できないために廃棄する必要があり、加速度センサ1の製造における歩留りを低下させ、生産性を低下させるという問題がある。

【0030】さらに、図29に示すようにパッケージ化した場合には、加速度センサ1と信号処理回路25とはワイヤ26によって接続されているから、該ワイヤ26には振動による浮遊容量が発生し、この浮遊容量は加速度センサ1で検出された静電容量に加わる。この結果、信号処理回路25にはノイズの加わった信号が入力されることになり、正確な加速度検出ができなくなるという問題がある。

【0031】本発明は上述した先行技術の問題に鑑みなされたもので、例えばシリコンウエハから加速度センサを製造するときの歩留りを向上でき、生産性を大幅に高めると共に、加速度センサからの静電容量に浮遊容量が加わるのを防止して正確な加速度を検出できるようにした加速度センサおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明による請求項1の加速度センサは、絶縁基板と、該絶縁基板上に設けられ、シリコン板をエッチング加工することにより互いに分離して形成された固定部および可動部とを備え、該固定部には固定電極を一体に形成し、前記可動部は、絶縁基板上に固着された支持部と、梁を介して該支持部と連結され、加速度が作用したときに該加速度に応じて変位する質量部と、該質量部に前記固定部に形成された固定電極との間で微小隙間を介して対向するように設けられ、該質量部の変位によって近接、離間する可動電極とから一体に形成して構成し、本発明が採用する構成の特徴は、前記絶縁基板には、前記固定部と可動部との周囲を覆うように前記絶縁基板に設けられた環状の周壁と、該周壁の開口部分を覆う蓋部とからなるカバーを形成したことにある。

【0033】この場合、前記カバーは周壁と蓋部を同一部材から一体形成することが望ましい。

【0034】またこの場合、前記カバーは周壁をシリコン板で形成し、蓋部を絶縁板で形成し、該周壁と蓋部とを接合して構成することが望ましい。

【0035】また、前記固定電極、可動電極は、前記固

10

20

30

40

50

定部、質量部にそれぞれ突出して設けたくし状電極とすることが望ましい。

【0036】さらに、前記カバーはシリコン板からなり、該シリコン板には前記可動電極と固定電極との間に発生する静電容量の変化を電圧に変換する信号処理回路を設けることが望ましい。

【0037】一方、本発明による請求項6の加速度センサの製造方法は、シリコン板に一側面からエッチング処理を施し、固定部と可動部とを分離するための溝をシリコン板の一側面に形成する第1のエッチング工程と、前記シリコン板に前記溝を形成した後に、該シリコン板の一側面を絶縁基板上に接合する第1の接合工程と、前記シリコン板を絶縁基板上に接合した状態で該シリコン板の他側面からエッチング処理を施し、該シリコン板に固定部と可動部とを分離して形成する第2のエッチング工程と、前記シリコン板に形成された固定部と可動部とを覆うカバーを前記絶縁基板上に接合する第2の接合工程とからなる。

【0038】この場合、前記第1の接合工程の前に、前記絶縁基板上には固定部と可動部とにそれぞれ接続される引出し電極を形成することが望ましい。

【0039】またこの場合、前記第2のエッチング工程で形成された固定部と可動部とを覆うカバーは、第2の接合工程の前に、絶縁板に凹部を形成することによって構成することが望ましい。

【0040】一方、本発明による請求項9の加速度センサの製造方法は、シリコン板に一側面からエッチング処理を施し、固定部、可動部およびカバーの周壁を分離するための溝をシリコン板の一側面に形成する第1のエッチング工程と、前記シリコン板に前記溝を形成した後に、該シリコン板の一側面を絶縁基板上に接合する第1の接合工程と、前記シリコン板を絶縁基板上に接合した状態で該シリコン板の他側面からカバーの周壁となる部分にマスキングするマスク工程と、前記シリコン板の他側面からエッチング処理を施し、該シリコン板に固定部、可動部およびカバーの周壁を分離して形成する第2のエッチング工程と、前記シリコン板に形成された複数組の固定部と可動部とを覆うべく、前記周壁を施す絶縁板を接合する第2の接合工程とからなる。

【0041】また、前記第1の接合工程の前に、前記絶縁基板上には固定部と可動部とにそれぞれ接続される引出し電極を形成することが望ましい。

【0042】

【作用】上記構成によれば、加速度が加わると、可動部の質量部が梁に抗して変位し、この変位により可動電極と固定電極との離間寸法が変位する。そして、この離間寸法の変化を静電容量の変化として検出することができる。そして、本発明の請求項1による加速度センサは、固定部と可動部とをカバーで覆うようにしているから、外部から塵等が侵入するのを防止できる。

【0043】また、前記可動部の可動電極および固定部の固定電極をくし状の電極として形成することにより、電極間の有効面積を大きくでき、それぞれの電極板を微小隙間を介して対向させることができる。

【0044】さらに、前記カバーをシリコン板により形成し、信号処理回路を該カバーに設けることにより、絶縁基板上にカバーを接合したときに加速度センサと信号処理回路とを電気的に接続することができる。

【0045】一方、請求項6による加速度センサの製造方法において、絶縁基板上に設けられるカバーは、絶縁板で一体形成することができる。

【0046】またこの場合、前記絶縁基板上に加速度センサの固定部と可動部に接続される引出し電極を形成したから、加速度センサと信号処理回路との電気的な接続を容易に行うことができる。

【0047】さらに、請求項9による加速度センサの製造方法において、絶縁基板上に設けられるカバーは、該カバーの周壁をシリコン板により形成し、蓋部を絶縁板により形成し、該周壁および蓋部を第2の接合工程によって接合することにより形成することができる。

【0048】これらの製造工程により絶縁基板上に形成されたカバーは固定部および可動部を覆うように設けられているから、複数個を一度に製造する場合の最後の切断工程時において、切り屑や水分が固定部および可動部内に混入または浸入するのを防止できる。

【0049】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1ないし図20に基づいて説明する。なお、実施例では前述した先行技術と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0050】まず、本発明による第1の実施例を図1ないし図9に基づいて述べる。

【0051】図中、31は本実施例による加速度センサを示し、該加速度センサ31は先行技術による加速度センサ1とほぼ同様に構成され、絶縁基板としてのガラス基板2上には後述する固定部32、32および可動部34等が一体的に形成されている。

【0052】32、32は固定部を示し、該各固定部32は固定電極としての固定側くし状電極33、33を有してガラス基板2の左、右に離間して形成され、それぞれ対向する内側面に複数の薄板状の電極板33A、33A、…が突出されている。

【0053】34は可動部を示し、該可動部34は、ガラス基板2の前、後に離間して配設された支持部35、35と、該各支持部35に梁36、36を介して支持され、前記各固定部32間に配設された質量部37と、該質量部37から左、右方向に突出形成された薄板状の電極板38A、38A、…を有する可動側くし状電極38、38とを一体的に形成することによって構成されている。

【0054】39は本実施例のカバーを示し、該カバー39は、ガラス基板2上に位置し、前記各固定部32および可動部34を周囲から取囲むようにガラス材により長方形の短尺筒状に形成された周壁39Aと、該周壁39Aの開口部分を施蓋する蓋部39Bとから構成されている。

【0055】なお、前記ガラス基板2には凹溝2Aが形成されると共に、引出し電極10、10、…が形成され、該各引出し電極10の基端側は各固定部32と可動部34の各支持部35にそれぞれ接続され、先端側は外部に接続される電極パット10Aとなっている。

【0056】本実施例の加速度センサ31は上述の如き構成を有するもので、次に、図3ないし図9を参照しつつ、当該加速度センサ31の製造方法について述べる。

【0057】まず、図3において、41は固定部32と可動部34とが形成されるシリコン板としてのシリコンウエハ、42はカバー39が形成される絶縁板としてのガラス板をそれぞれ示す。さらに、絶縁基板には先行技術で述べたガラス基板12が用いられている。

【0058】次に、図4に示す第1のエッチング工程においては、前記シリコンウエハ41の一側面から所定時間の間、RIEまたは異方性エッチングを施すことにより、該シリコンウエハ41の一側面に固定部32と可動部34とを分離形成するための所定深さの溝43を形成する。

【0059】一方、前記ガラス基板12の前記シリコンウエハ41の一側面に対向した他側面には、ガラスエッチングにより長形状の凹溝12A(2A)が形成されると共に、該他側面には図9に示すような引出し電極10、10、…が形成されている。

【0060】さらに、前記ガラス板42の一側面にもガラスエッチングによりカバー39となる凹部44が形成されている。

【0061】次に、図5に示す第1の接合工程および図6に示す第2のエッチング工程では、先行技術の接合工程および第2のエッチング工程と同様に、シリコンウエハ41の一側面とガラス基板12の他側面とを陽極接合した後に、該シリコンウエハ41の厚さを薄くするために、該シリコンウエハ41の他側面からRIEまたは異方性エッチングを施し、前記溝43が貫通するまでエッチングを行う。この結果、複数組の固定部32と可動部34とをガラス基板12上に分離形成する。

【0062】さらに、図7に示す第2の接合工程においては、ガラス板42の各凹部44が複数組の固定部32と可動部34とをそれぞれ覆うようして、前記ガラス基板12の他側面とガラス板42の一側面とを陽極接合することにより、一体に形成する。

【0063】そして、最後の切断工程では、ダイシング装置により図7の点線で示す切断位置45、46で切断を行う。即ち、始めにガラス板42に点線で示す切断位

置45、45、…に沿って切断し、次にガラス基板12に点線で示す切断位置46、46、…に沿って切断して、ガラス基板12上に形成された複数組の固定部32と可動部34とからなる各加速度センサ31を図8に示すように、チップ(約5mm角)の大きさに切断する。なおこのとき、ガラス板42の凹部44の部分がカバー39となり、凹部44の側面が周壁39Aとなり、凹部44の底部が蓋部39Bとなる。

【0064】このように構成される本実施例による加速度センサ31は、先行技術と同様に、矢示A方向の加速度が加わることにより、可動側くし状電極38と固定側くし状電極33との各電極板38A、33A間が変位し、この変位を静電容量の変化として検出することができる。

【0065】また、本実施例による加速度センサ31は従来技術にはなかったカバー39が形成されている。これにより、図7に示す如く、切断工程の前に各加速度センサ31(固定部32と可動部34)を個々に外部と遮断するように覆うことができるから、切断工程によりガラス板42およびガラス基板12を切断するときが発生する切り屑が固定部32と可動部34との間に混入するのを防止することができる。さらに、切断工程時に発生する水分も各加速度センサ31を構成する複数組の固定部32と可動部34との間に混入するのを防止できる。

【0066】従って、固定部32の固定側くし状電極33と可動側くし状電極38とが切り屑によって電気的に短絡するのを防止できると共に、該電極33、38の各電極板33A、38Aが水分により接着するのを確実に防止できる。これにより、当該加速度センサ31の製造工程における歩留りを高めることができ、加速度センサ31の生産性を大幅に向上できる。

【0067】一方、前記加速度センサ31のガラス基板2に形成された各引出し電極10は、基端側が各固定部32と可動部34の各支持部35とにそれぞれ接続され、先端側の電極パット10Aはカバー39の周壁39A外に伸長するようになり、かつガラス基板2の大きさは、カバー39の蓋部39Bの大きさよりも大きくするように切断工程で切断されているから、各電極パット10Aは図1に示すように上側に露出するようになっている。従って、加速度センサ31から検出された静電容量は前記各引出し電極10により容易に取出すことができる。

【0068】さらに、本実施例による加速度センサ31において、加速度を検出する固定部32と可動部34とはカバー39により覆われているから、外からの塵等の侵入を防止でき、センサの寿命を効果的に延ばすことができる。

【0069】次に、本発明による第2の実施例を図10ないし図17に基づいて説明するに、本実施例による特徴はカバーの周壁をシリコン板により形成し、該周壁の

開口部分を施蓋する蓋部を絶縁板により形成したことにある。なお、本実施例では前述した第1の実施例と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0070】図中、51は本実施例による加速度センサを示し、該加速度センサ51は上記第1の実施例による加速度センサ31とはほぼ同様に構成され、絶縁基板としてのガラス基板2上には固定部32、32および可動部34等が一体的に形成されている。

【0071】52は本実施例のカバーを示し、該カバー52は、ガラス基板2上に位置し、前記各固定部32と可動部34とを周囲から取囲むようにシリコン材により長方形の環状に形成された周壁52Aと、該周壁52Aの開口部分を施蓋するガラス材により板状に形成された蓋部52Bとから構成されている。

【0072】本実施例による加速度センサ51は上述の如き構成を有するもので、次に、図11ないし図17を参照しつつ、当該加速度センサ51の製造方法について述べる。

【0073】まず、図11において、61は固定部32と可動部34とが形成されるシリコン板としてのシリコンウエハ、62はカバー52の蓋部52Bとなる絶縁板としてのガラス板をそれぞれ示す。さらに、絶縁基板には前記第1の実施例で述べたガラス基板12が用いられる。

【0074】次に、図12に示す第1のエッチング工程においては、シリコンウエハ61の一側面からエッチングを施すことにより、固定部32と可動部34とを分離形成するための所定深さの溝63を形成すると共に、カバー52の周壁52Aを形成する周壁形成溝64を前記溝63を覆うように形成する。

【0075】一方、ガラス基板12においては、該ガラス基板12の他側面からガラスエッチングを施すことにより長形状の凹溝12A(2A)が形成すると共に、図9に示すような引出し電極10、10、…が形成されている。

【0076】次に、図13に示す第1の接合工程では、シリコンウエハ61の一側面とガラス基板12の他側面とを陽極接合して一体形成する。

【0077】さらに、図14に示すマスク工程では、前記シリコンウエハ61の他側面のカバー52の周壁52Aとなる部分にSiN等のマスク膜65を形成する。

【0078】そして、次の図15に示す第2のエッチング工程においては、シリコンウエハ61の厚さを薄くするように、該シリコンウエハ61の他側面からエッチングを行う。この結果、複数組の固定部32と可動部34とをガラス基板12上に分離形成すると共に、前記マスク工程に形成されたマスク膜65の部分はエッチングされないから、カバー52の周壁52Aを形成する。なお、該カバー52の周壁52Aは固定部32と可動部3

4とを取囲むように環状に形成されている。また、マスク膜65は第2のエッチング工程後に除去される。

【0079】さらに、図16に示す第2の接合工程においては、前記第2のエッチング工程で形成されたカバー52の周壁52Aの開口部分を施蓋するようにガラス板62の他側面を陽極接合する。このとき、各組の固定部32と可動部34はそれぞれカバー52の周壁52Aと蓋部52Bによって覆われている。

【0080】そして、最後の切断工程では、ダイシング装置により図16の点線で示す切断位置66、67で切断を行う。即ち、始めにガラス板62に点線で示す切断位置66、66、…に沿って切断し、次にガラス基板12に点線で示す切断位置67、67、…に沿って切断する。これにより、ガラス基板12上に形成された複数組の固定部32と可動部34とからなる各加速度センサ51を図17に示すように、チップ(約5mm角)の大きさに切断される。なおこのとき、各組の固定部32と可動部34とはカバー52によって覆われている。

【0081】このように構成される本実施例の加速度センサ51においても、前述した第1の実施例と同様の作用効果を得ることができる。

【0082】次に、本発明による第3の実施例を図18ないし図20に基づいて述べるに、本実施例の特徴は、カバーを高抵抗のシリコン板により形成すると共に信号処理回路を該シリコン板に形成し、該カバーを加速度センサの検出部分となる固定部および可動部を覆うように絶縁基板に接合したことにある。なお、本実施例では前述した第1の実施例と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0083】図中、71は加速度センサ31を保持する金属材料により円板状または角形状に形成されたステムを示し、該ステム71には、端子ピン71A、71A、…がガラス材料により筒状に形成された絶縁材料71B、71B、…を介して下側に向けて突出形成されている。

【0084】72は加速度センサを示し、該加速度センサ72は前述した第1の実施例に示す製造方法により製造され、ガラス基板73が図20に示すように第1の実施例のガラス基板2よりも長い長形状に形成されている。また、該ガラス基板73の長手方向一侧には固定部32および可動部34と、該固定部32と可動部34に接続された引出し電極10、10、…が形成されている。

【0085】74、74は前記ガラス基板73の長手方向他端側に形成された一対の引出し電極を示し、該各引出し電極74、74は後述する信号処理回路76の出力側引出し電極78、78とそれぞれ接続されるようになっていてる。

【0086】75は高抵抗のシリコン板により前記ガラス基板73よりも短尺な長形状に形成されたカバーを

示し、該カバー 75 の長手方向一侧には前記固定部 32 と可動部 34 とを覆う凹部 75 A が形成されると共に、長手方向他側には信号処理回路 76 が形成されている。また、該信号処理回路 76 は半導体製造技術のエッチング処理によって形成され、加速度センサ 72 で検出された静電容量を電圧に変換するもので、該信号処理回路 76 からはカバー 75 の底面に沿って伸長する入力側引出し電極 77、77 と出力側引出し電極 78、78 が形成されている。なお、前記各引出し電極 10、74、77、78 とカバー 75 とが接触する部分は絶縁膜により絶縁するようになっている。

【0087】そして、前記信号処理回路 76 の出力側引出し電極 78 はワイヤ 79 を介して端子ピン 71 A に接続されているから、信号処理回路 76 からの電圧を端子ピン 71 A を介して外部に出力される。

【0088】このように構成される本実施例の加速度センサ 72 においても、第 1 の実施例と同様の製造工程で製造することができ、第 1 の実施例と同様に、歩留りを向上し、生産性を向上できる。

【0089】また、加速度センサ 72 は、ステム 71 上にカバー 75 で覆うようにして設けられているから、従来技術のようなキャン 23 を廃止することができ、加速度センサ 72 のパッケージ化を容易に行うことができると共に、小型化を図ることができる。

【0090】さらに、加速度センサ 72 と信号処理回路 76 との接続を各引出し電極 10、77 で行うことにより、ワイヤによる配線をなくすことができ、浮遊容量が加速度センサ 72 で検出された静電容量に加わるのを防止し、正確な加速度を検出することができる。

【0091】なお、前記第 3 の実施例における加速度センサは、ステム 71 上の加速度センサ 72 およびカバー 75 を覆うように樹脂モールドしてもよい。

【0092】また、前記各実施例では、第 1 および第 2 のエッチング工程において、ドライエッチングまたはウェットエッチングのいずれかを選択するものとして述べたが、特に加工精度の面からみればドライエッチングを用いるのがよく、コスト面からみればウェットエッチングを用いるのがよい。

【0093】さらに、前記各実施例の加速度センサ 31 は、固定部 32 の固定電極を固定側くし状電極 33 とし、可動部 34 の可動電極を可動側くし状電極 38 とし、各電極板 33 A、38 A を微小隙間を介して対向させるものとして述べたが、本発明はこれに限らず、一般的な絶縁基板と、該絶縁基板上に基端側が固定され、自由端側に可動電極となる質量部を有する可動部と、質量部の移動方向に固定電極となる固定部を形成した加速度センサに用いてもよい。

【0094】一方、前記第 1 および第 2 の実施例では、一度の製造工程によって複数個の加速度センサ 31 (51) を製造するものとして述べたが、本発明はこれに限

らず、1 個のみ製造してもよく、この場合には最後の切断工程は不要となる。

【0095】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明の請求項 1 の加速度センサでは、加速度を固定電極と質量部の可動電極との離間寸法の変位として静電容量で検出するもので、この質量部を有する可動部と固定電極を有する固定部とをカバーで覆うことによって、外部から塵等が侵入するのを防止し、当該加速度センサの寿命を延ばすことができる。

【0096】また、前記可動部の可動電極および固定部の固定電極をくし状の電極として形成することにより、電極間の有効面積を大きくでき、それぞれの電極板を微小隙間を介して対向させることができる。

【0097】さらに、前記カバーをシリコン板により形成し、該カバーに信号処理回路を設けることにより、絶縁基板にカバーを接合したときに加速度センサと信号処理回路とを電気的に接続することができる。そして、加速度センサと信号処理回路との接続を引出し電極で行うことができ、ワイヤを廃止できる。この結果、ワイヤの浮遊容量が検出された静電容量に加わるのを防止し、正確に加速度を検出することができる。

【0098】一方、本発明の請求項 6 による加速度センサの製造方法では、絶縁板により形成されたカバーを加速度センサの製造工程の段階で製造することができ、該カバーによって、固定部と可動部とを周囲と遮断した状態にでき、加速度センサの寿命を延ばすことができる。

【0099】さらに、本発明の請求項 9 による加速度センサの製造方法では、カバーの周壁をシリコン板により形成し、蓋部を絶縁板により形成し、該周壁および蓋部を第 2 の接合工程によってカバーを形成することができ、該カバーによって、固定部と可動部とを周囲と遮断した状態にでき、加速度センサの寿命を延ばすことができる。

【0100】また、前記各製造方法は、加速度センサを一度に複数個を製造する場合にも用いることができ、この場合には、絶縁基板上に形成されたカバーは複数組の固定部と可動部とを覆うように設けられているから、各加速度センサ毎に分ける最後の切断工程時において、切り屑や水分が固定部および可動部内に混入または浸入するのを防止できる。この結果、製造工程における歩留りを高め、生産性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例による加速度センサをカバーの位置で破断して示す一部破断の平面図である。

【図 2】図 1 中の矢示 II-II 方向からみた縦断面図である。

【図 3】加速度センサの固定部および可動部を形成するために用いるシリコンウエハ、絶縁基板およびカバーを形成するためのガラス板を示す縦断面図である。

【図 4】第 1 のエッチング工程によりシリコンウエハの一側面に溝を形成した状態、ガラス基板に凹部および引出し電極を形成した状態およびガラス板にカバーを形成する溝を形成した状態を示す縦断面図である。

【図 5】図 4 による第 1 のエッチング工程に続く第 1 の接合工程により、シリコンウエハの一側面とガラス基板とを接合させた状態を示す縦断面図である。

【図 6】図 5 による接合工程に続く第 2 のエッチング工程により、シリコンウエハに固定部および可動部を形成した状態を示す縦断面図である。

【図 7】図 6 による第 2 のエッチング工程に続く第 2 の接合工程により、ガラス基板上に形成された固定部および可動部を覆うようにガラス板を接合させた状態を示す縦断面図である。

【図 8】図 7 による第 2 の接合工程に続く切断工程により、複数個形成された加速度センサを示す縦断面図である。

【図 9】ガラス基板に形成される引出し電極を示す平面図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施例による加速度センサを示す縦断面図である。

【図 11】加速度センサの固定部、可動部およびカバー用の支持部を形成するために用いるシリコンウエハ、絶縁基板およびカバーを形成するためのガラス板を示す縦断面図である。

【図 12】第 1 のエッチング工程によりシリコンウエハの一側面に溝を形成した状態およびガラス基板に凹部および引出し電極を形成した状態を示す縦断面図である。

【図 13】図 12 による第 1 のエッチング工程に続く第 1 の接合工程により、シリコンウエハの一側面とガラス基板とを接合させた状態を示す縦断面図である。

【図 14】図 13 による接合工程に続くマスク工程により、シリコンウエハの一側面にカバーの側部となる部分にマスクングした状態を示す縦断面図である。

【図 15】図 14 によるマスクング工程に続く第 2 のエッチング工程により、シリコンウエハの一側面にカバーの側部となる部分にエッジングした状態を示す縦断面図である。

【図 16】図 15 による第 2 のエッチング工程に続く第 2 の接合工程により、周壁にガラス板を接合させることによりカバーを形成した状態を示す縦断面図である。

【図 17】図 16 の第 2 の接合工程に続く切断工程により、複数個形成された加速度センサを示す縦断面図である。

【図 18】本発明の第 3 の実施例による加速度センサをシステムに取付けた状態を示す一部破断の外観図である。

【図 19】図 18 中の要部を拡大して示す縦断面図であ

る。

【図 20】絶縁基板にカバーを接合する前の状態を示す分解斜視図である。

【図 21】先行技術による加速度センサを示す平面図である。

【図 22】図 21 中の矢示 XXII-XXII 方向からみた縦断面図である。

【図 23】加速度センサの固定部および可動部を形成するために用いるシリコンウエハおよびガラス基板を示す縦断面図である。

【図 24】第 1 のエッチング工程によりシリコンウエハの一側面に溝を形成した状態およびガラスエッチング工程によりガラス基板に凹溝を形成した状態を示す縦断面図である。

【図 25】シリコンウエハの一側面とガラス基板とを接合させた状態を示す縦断面図である。

【図 26】図 25 による接合工程に続く第 2 のエッチング工程により、シリコンウエハに固定部および可動部を形成した状態を示す縦断面図である。

【図 27】図 26 の第 2 のエッチング工程に続く切断工程により、複数個形成された加速度センサを示す縦断面図である。

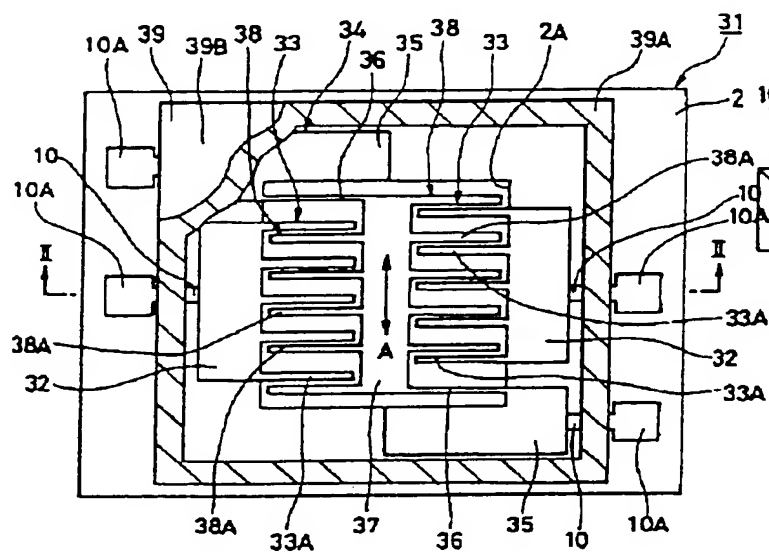
【図 28】ガラス基板上にシリコンウエハにより複数組の固定部および可動部を形成した状態を示す平面図である。

【図 29】加速度センサをパッケージに収容した状態を示す断面図である。

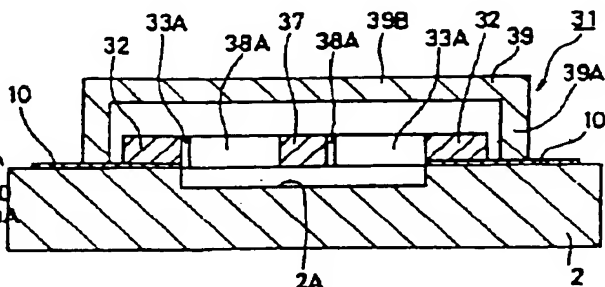
【符号の説明】

- 2, 12, 73 ガラス基板 (絶縁基板)
- 10 引出し電極
- 31, 51, 72 加速度センサ
- 32 固定部
- 33 固定側くし状電極 (固定電極)
- 34 可動部
- 35 支持部
- 36 梁
- 37 質量部
- 38 可動側くし状電極 (可動電極)
- 39, 52, 75 カバー
- 39A, 52A 周壁
- 39B, 52B 蓋部
- 41, 61 シリコンウエハ (シリコン板)
- 42, 62 ガラス板
- 43, 63 溝
- 44, 75A 凹部
- 76 信号処理回路

【図 1】

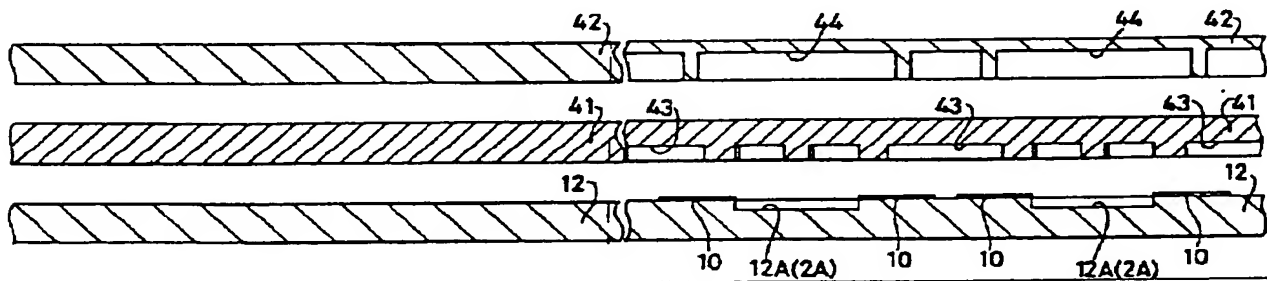


【図 2】



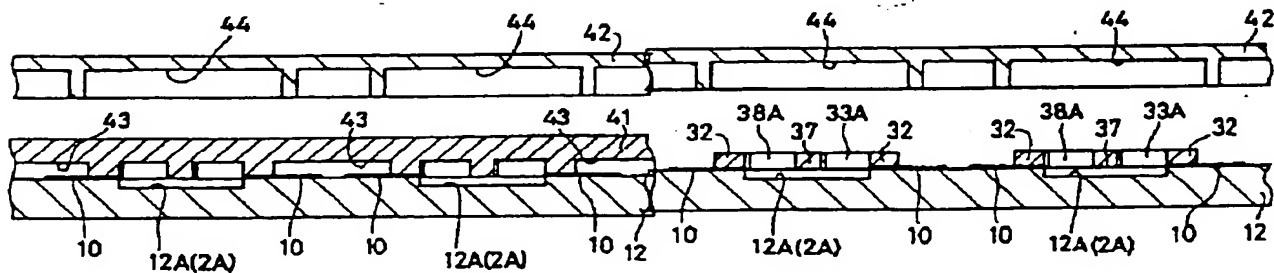
【図 3】

【図 4】



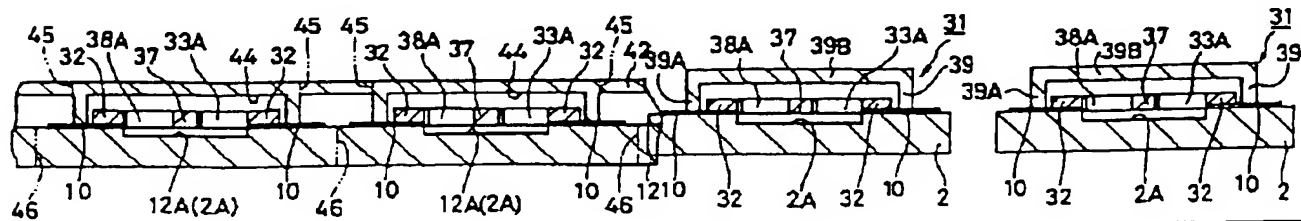
【図 5】

【図 6】

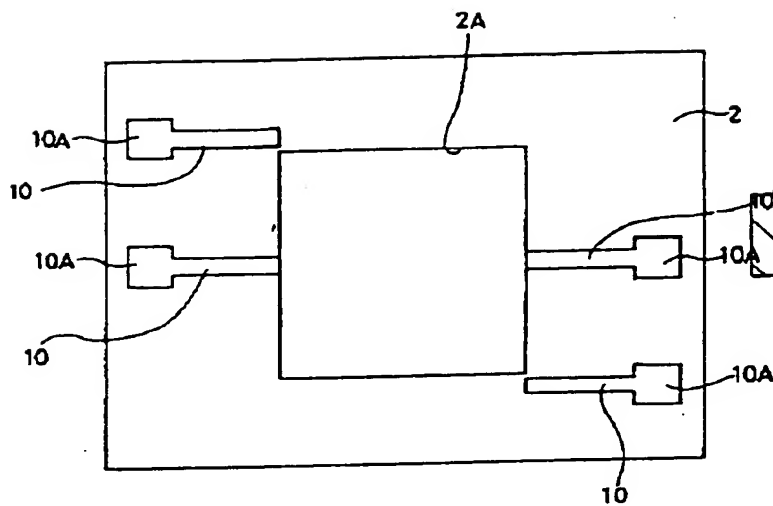


【図 7】

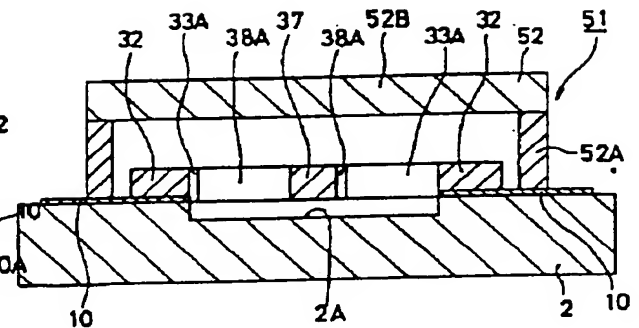
【図 8】



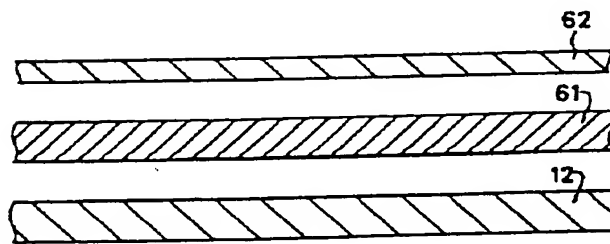
【図 9】



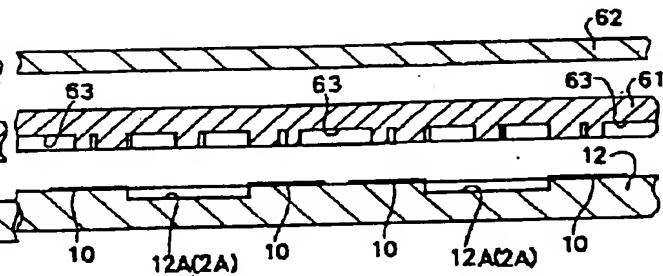
【図 10】



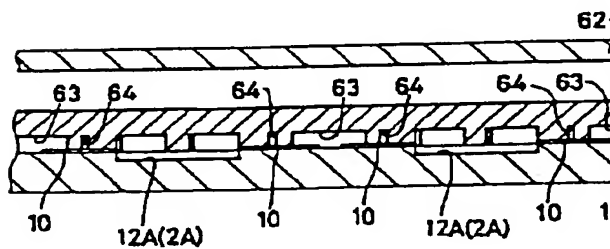
【図 11】



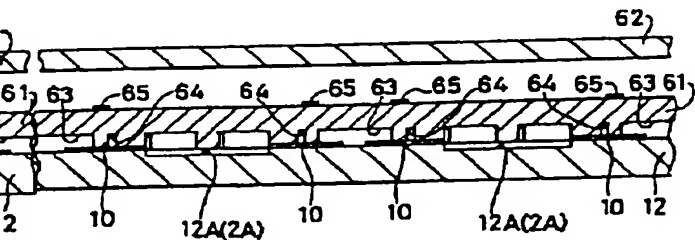
【図 12】



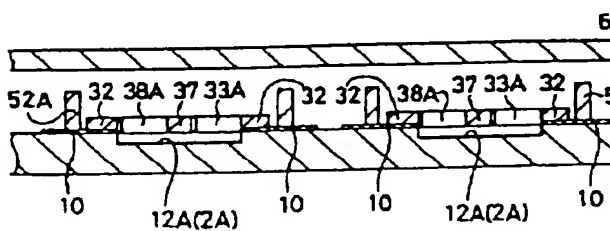
【図 13】



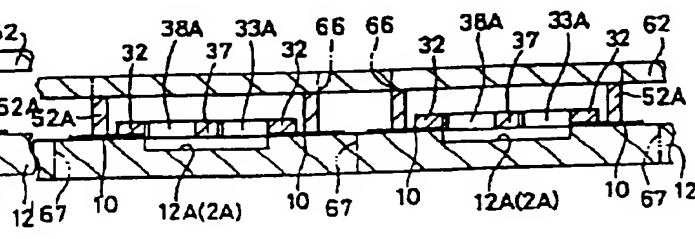
【図 14】



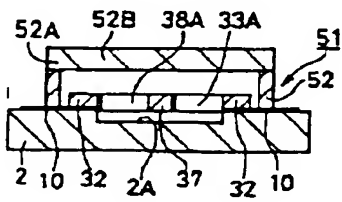
【図 15】



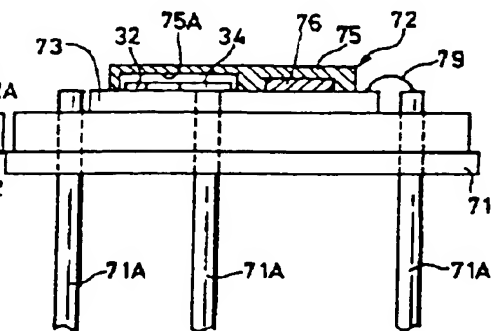
【図 16】



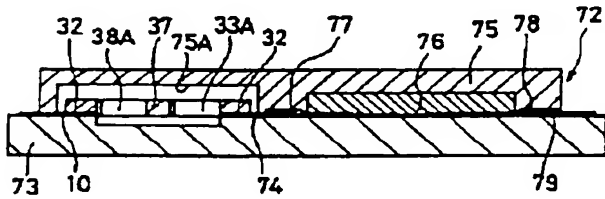
【図 17】



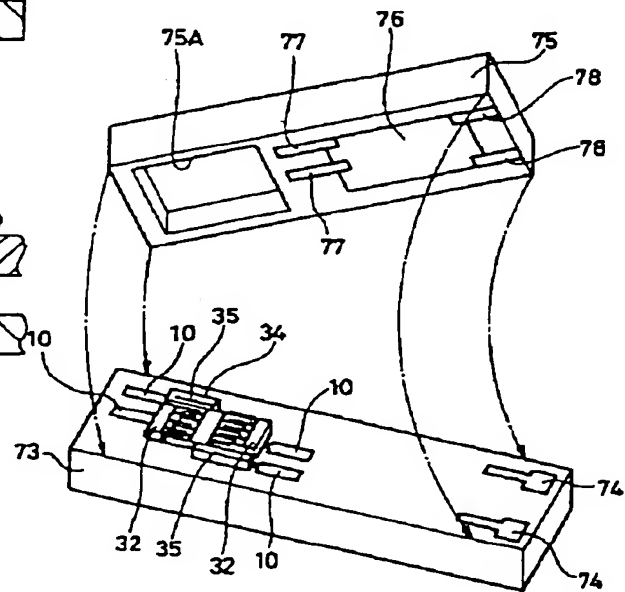
【図 18】



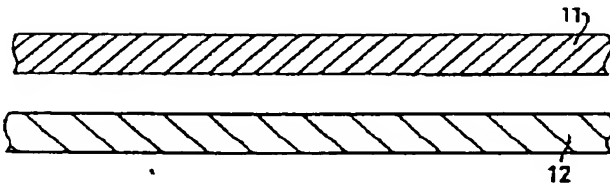
【図 19】



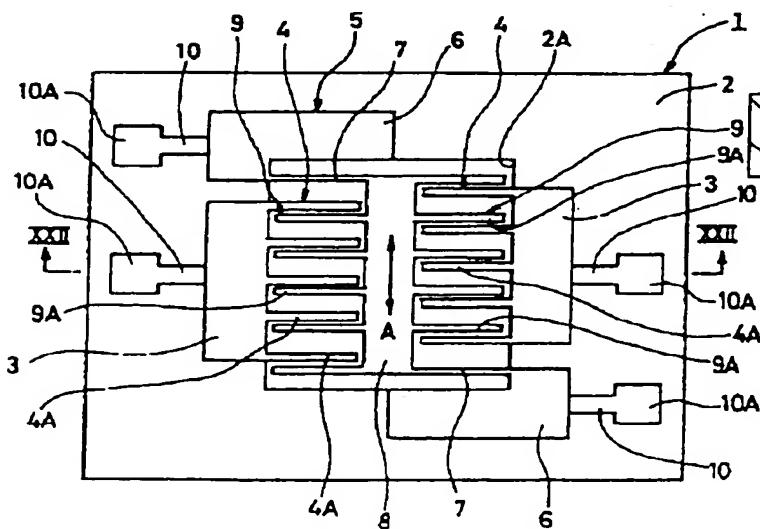
【図 20】



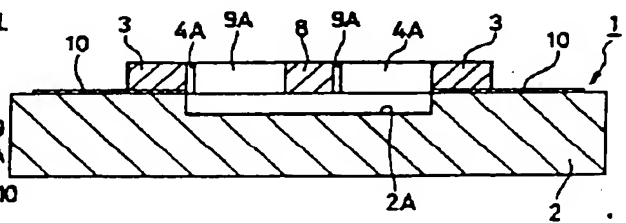
【図 23】



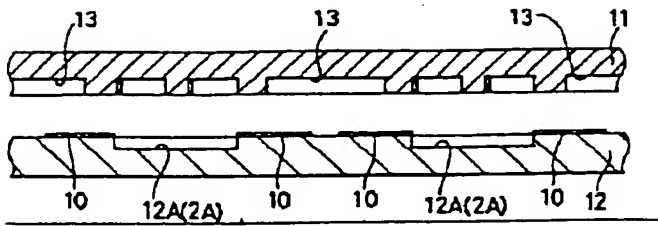
【図 21】



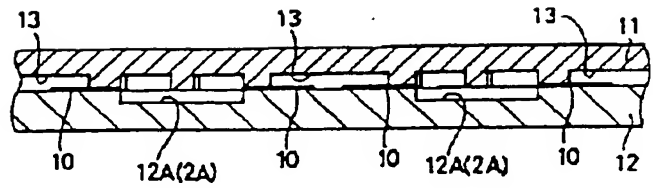
【図 22】



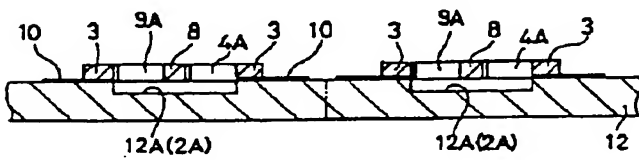
【図 2 4】



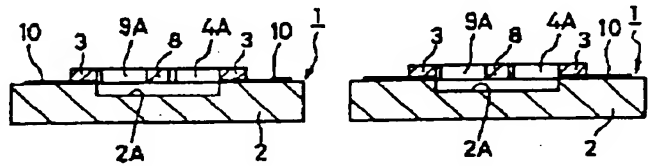
【図 2 5】



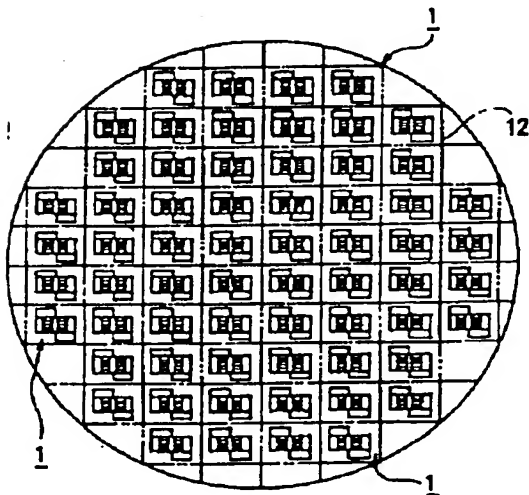
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】



【図 2 9】

